



PERCHLOROÉTHYLÈNE¹

Les retombées atmosphériques issues des émissions d'une ICPE, constituées de gaz et/ou de particules, pourront conduire, en fonction des substances et de l'usage des milieux, à une exposition directe (par inhalation) ou indirecte (par ingestion) des populations. L'objectif d'une surveillance environnementale est donc de disposer de résultats de mesure qui vont permettre de déterminer si ces retombées atmosphériques risquent de dégrader l'environnement et le cas échéant si cette dégradation peut provoquer des effets sanitaires sur la population générale. Le Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées s'attache à expliquer la méthodologie générale pour réaliser correctement une surveillance environnementale.

Le présent document, quant à lui, complète le guide général en présentant les principales caractéristiques physico-chimiques, les valeurs de gestion et niveaux mesurés dans l'air ambiant et/ou dans les dépôts atmosphériques, ainsi que les méthodes de mesures appropriées pour une substance donnée.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Milieux et Impacts sur le Vivant

Rédaction : MIGNE Virginie, CLAUDE Théo

Vérification : QUERON Jessica

Approbation : MORIN Anne

1. Physico-chimie^{2, 3, 4}

Le tétrachloroéthylène (C₂Cl₄) connu sous le nom de perchloroéthylène (n° CAS : 127-18-4) se présente sous la forme d'un liquide limpide, incolore et volatil, qui dégage une odeur éthérée rappelant celle du trichlorométhane. Le seuil de détection olfactif du perchloroéthylène est à 1 ppm. Celui-ci se volatilise facilement à partir du sol et des eaux superficielles.

Dans l'air, le tétrachloroéthylène se décompose pour donner du phosgène, du chlorure de trichloracétyle, du chlorure d'hydrogène, ainsi que du monoxyde et du dioxyde de carbone, mais aussi d'autres produits comme le tétrachlorure de carbone et le chloroforme. Sa demi-vie dans l'atmosphère est d'environ 3 à 5 mois. La réaction avec les radicaux d'hydroxyle est sa voie de dégradation la plus importante.

Dans l'atmosphère, le tétrachloroéthylène se retrouve sous forme gazeuse.

2. Niveaux mesurés dans différents types de milieux atmosphériques^{5, 6, 7}

Ces niveaux sont donnés à titre indicatif, il est recommandé de vérifier si des données plus récentes ou plus spécifiques à la situation étudiée sont disponibles en France.

Les rejets de perchloroéthylène dans l'environnement sont essentiellement atmosphériques. Il n'est pas présent naturellement dans l'environnement. Les concentrations en perchloroéthylène relevées dans l'air ambiant sont donc liées aux activités anthropiques. On estime qu'environ 85% de la production est émis dans l'atmosphère par évaporation.

Les données dans l'environnement extérieur sont peu nombreuses. Les valeurs de fond, extraites de la base Geod'Air⁸ sur la période 2019-2021, sont issues d'une unique station de type fond urbain. La concentration moyenne enregistrée est de 0,3 µg.m⁻³.

Tableau 1 : Concentration ubiquitaire du perchloroéthylène

| Milieu | Concentration ubiquitaire |
|--------|---------------------------|
| Air | < 0.3 µg/m ³ |

Les niveaux de perchloroéthylène dans l'air sont généralement plus élevés en milieu urbain ou à proximité de zones industrielles, lieu où cette substance est plus utilisée.

En France, il existe donc peu de données concernant les niveaux de perchloroéthylène en environnement extérieur. La campagne logements de l'OQAI et celle des crèches de la Ville de Paris présentent une distribution des teneurs extérieures mesurées.

Tableau 2 : Distribution des concentrations en perchloroéthylène dans l'air extérieur en France

| | Extérieur des logements de la campagne OQAI 2003-2005 | Extérieur des 28 crèches de Paris 2008-2009 |
|--------------------------------------|---|---|
| Nombre de mesures | 517 | 52 |
| Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | < 1,2 (LQ) | 0,7 |

L'étude multicentrique européenne EXPOLIS (Air pollution exposure distribution within adult urban population in Europe) présente une distribution des teneurs en perchloroéthylène dans les six villes européennes. Les teneurs extérieures mesurées sont proches de celles enregistrées en France, sauf dans le cas de Milan qui se caractérise par des niveaux nettement plus élevés.

Une nouvelle campagne logements (CNL2) a été menée récemment par l'OQAI pour laquelle 170 polluants ont été mesurés dans près de 600 logements. Les résultats devraient être disponibles en 2024.

Tableau 3 : Teneurs extérieures de perchloroéthylène dans six villes européennes de l'étude EXPOLIS (2000-2002)

| Villes | Athènes | Bâle | Helsinki | Milan | Oxford | Prague |
|--------------------------------------|---------|------|----------|-------|--------|--------|
| Nombre de mesures | 25 | 37 | 136 | 25 | 24 | 16 |
| Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 7,5 | 1,2 | 2,0 |
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2,3 | 0,7 | 0,8 | 33 | 1,3 | 4,2 |
| Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 13,8 | 3,6 | 18,5 | 354 | 2,7 | 19,4 |

Le rapport européen d'évaluation des risques rassemble les données disponibles sur les niveaux de concentration extérieures en perchloroéthylène. Il indique que la majorité des résultats est inférieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dont la plupart est en dessous de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'Allemagne est le pays disposant du plus grand nombre de mesures, le maximum des concentrations relevé est de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans le cadre de l'étude américaine NHEXAS, la médiane des concentrations mesurées en extérieur est de $1,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et le percentile 90 est de $6,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3. Méthodes de mesures des concentration⁹

Pour la plupart des COV, la voie d'exposition aux retombées atmosphériques est l'inhalation. Dans ce cas, seules les concentrations dans l'air des phases gazeuse de ces substances sont mesurées.

Les mesures du tétrachloroéthylène dans l'air sont réalisées par des méthodes manuelles actives ou passives, donnant des résultats intégrés.

3.1. Méthodes manuelles actives¹⁰

Le prélèvement actif est réalisé par pompage de l'air à échantillonner, à travers un tube contenant un ou plusieurs adsorbants. Les adsorbants peuvent être les mêmes que pour les hydrocarbures, c'est-à-dire :

- carbones graphités (Carbopack B, Carbopack X, Carbotrap B Carbograph 4 ou 5...) pour les composés « lourds » (à partir du dichloro-éthane) ;
- tamis moléculaire de carbone (Carbosieve SIII, Carboxen 1000, Carbosphere...) pour les composés légers, chlorométhanes et chlorure de vinyle.

Le débit optimal sur des tubes d'adsorbant de diamètre externe ¼" va de 10 à 200 mL/min (EPA TO-17¹¹), et idéalement de 50 à 100 mL/min. Le volume idéal est compris entre 1 et 4 Litres, mais peut varier en fonction de l'adsorbant et de la concentration.

Les prélèvements sur canisters s'effectuent sur plusieurs heures (entre 4 et 24 heures généralement). Ils sont équipés d'un système de régulation de débit pour des prélèvements à des débits situés entre 4 et 50 mL/min. Les canisters permettent le prélèvement simultané d'une large gamme de composés chlorés.

3.2. Méthodes manuelles passives

L'échantillonnage passif¹² peut être réalisé avec des tubes Radiello[®], dont les vitesses de prélèvement sont données pour le tri- et le tétrachloroéthylène. Ces tubes se caractérisent par une conception cylindrique coaxiale 3D unique. Ce système présente une grande surface de diffusion située à une distance fixe et uniforme d'une colonne d'absorbant centrale. L'air pénètre ainsi de tous les côtés et les analytes sont piégés sur cette surface adsorbante interne.

La durée optimale de prélèvement est de 7 jours. Il convient de rappeler toutefois que les prélèvements de tétrachloroéthylène réalisés en air intérieur dans le cadre de la réglementation relative à la surveillance de l'air intérieur dans certains Etablissements Recevant du Public (établissement scolaire, accueil de loisirs ...) se font sur 4,5 jours et en dehors du week-end. Ainsi avant de comparer les données entre elles, il est nécessaire de porter une attention particulière aux durées de prélèvement pour éventuellement en tenir compte dans l'interprétation des résultats.

Une étude réalisée par le LCSQA (2006-2007)¹³ consistait à évaluer la faisabilité de la mesure de solvants chlorés par échantillonnage passif (dont le perchloroéthylène, le trichloroéthylène, le chlorure de méthylène, le méthylchloroforme et le chlorure d'éthylène). D'après cette étude, les campagnes de mesure par échantillonnage passif utilisant des tubes Radiello[®] sont susceptibles de donner des informations quantitatives fiables sur les niveaux de concentration en perchloroéthylène.

3.3. Synthèse

| | Méthodes | Résolution temporelle | Limite de détection / quantification | Commentaires |
|-------------------|--------------------|--------------------------------------|--|---|
| Mesures intégrées | Tube actif | Quelques heures (de 10 à 200 mL/min) | Sub-ppt par ECD* (aliquote de 1 L) Sub-ppb par GC/MS (aliquote de 1 L) | Prélèvement simultané d'une large gamme de composés chlorés Volume recommandé pour tube Tenax : 48 L pour le perchloroéthylène |
| | Canisters | Jusqu'à 24 h | Sub-ppb par FID** (aliquote de 500 mL) LQ ~1 µg/m ³ par GC-MS | Prélèvement simultané d'une large gamme de composés chlorés |
| | Tube passif radial | De 1 à 7 jours | Environ 0,05 ppb pour un prélèvement d'une semaine (FID) LQ ~ 1 µg/m ³ pour un prélèvement d'une semaine (GC-MS) | Prélèvement simultané d'une large gamme de composés chlorés Résultats quantitatifs pour le perchloroéthylène |

*DéTECTEUR à capture d'électrons

**DéTECTEUR à ionisation de flamme

4. Références

¹ <https://substances.ineris.fr/fr/substance/1754>

² WHO Air Quality Guidelines for Europe (2000), Chapter 5.13, Tetrachloroethylene - https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0019/123067/AQG2ndEd_5_13Tetrachloroethylene.pdf.

³ Ineris, 2007 - Données technico-économiques sur les substances chimiques en France, Tétrachloroéthylène 38p. (<http://rsde.ineris.fr>).

⁴ Ineris, Décembre 2018 - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Tétrachloroéthylène.

⁵ ATSDR, 2019 - Toxicological Profile for Tetrachloroethylene, June 2019.

⁶ HSCP, 2010 - Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos – Le Tétrachloroéthylène, Haut Conseil de la Santé Publique, Juin 2010.

⁷ Ineris, 2022 - Valeurs de fond en situation post-accidentelle pour les milieux sol, eau et air. Ineris - 203892 - 2714224 - v2.0

⁸ Données de la base Geod'Air disponibles sur <https://www.geodair.fr/donnees/consultation>

⁹ Ineris, 2005 - Trichloroéthylène, Tétrachloroéthylène et chlorure de vinyle dans l'air – Sources, mesures et concentrations, Février 2005

¹⁰ NF EN ISO 16017-1, mars 2001, Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 1 : échantillonnage par pompage.

¹¹ US-EPA, 1999 - Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air -Second Edition - Compendium Method TO-17: Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling On to Sorbent Tubes.

¹² NF EN ISO 16017-2, octobre 2003, Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 2 : échantillonnage par diffusion.

¹³ LCSQA, 2007 – Mesure des COV toxiques chlorés par échantillonnage passif. Mines de Douai. Novembre 2007. https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/RCOV_chlores_vfinale.pdf